

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-197225

(43)Date of publication of application : 31.07.1998

(51)Int.Cl.

G01B 11/24

G06T 7/00

(21)Application number : 09-003892

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 13.01.1997

(72)Inventor : KAWAI SHIGERU

(54) SHAPE MEASURING INSTRUMENT FOR THREE-DIMENSIONAL OBJECT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a shape measuring instrument for threedimensional object which has a simple constitution and takes a safety measure.
SOLUTION: A light beam emitted from a light source 1 is two-dimensionally scanned with a two-dimensional scanner 3 after collimation by means of a collimating lens 2 and forms a striped pattern on an object 5 through an f.θ lens 4. The striped pattern 5 formed on the object 5 is observed with a TV camera 10 and transferred to a picture processor 11. Standard striped patterns corresponding to various striped patterns are inputted to the picture processor 11 and the processor 11 extracts the Moire fringe between the standard pattern corresponding to the striped pattern formed on the object 5 and the deformed striped pattern actually formed on the surface of the object 5. The contour lines on the surface of the object 5 can be found by analyzing the Moire fringe by means of an arithmetic and control unit 9. Moreover, the three-dimensional shape of an object having a step-like

shape or an arbitrary size can be measured easily by forming at least two striped patterns having different directions and pitches on the surface of the object.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

13.01.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or

application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2939944

[Date of registration] 18.06.1999

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-197225

(43) 公開日 平成10年(1998) 7月31日

(51) Int. Cl.⁶
 G 0 1 B 11/24
 G 0 6 T 7/00

識別記号

P I
 G 0 1 B 11/24
 G 0 6 F 15/62

K
 E

4 1 6

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平9-3892
 (22) 出願日 平成9年(1997) 1月13日

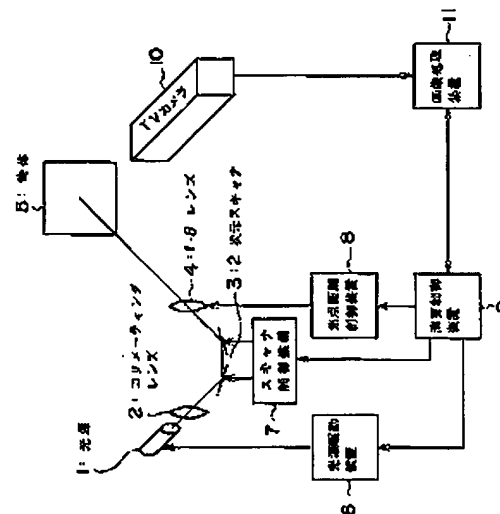
(71) 出願人 000004237
 日本電気株式会社
 東京都港区芝五丁目7番1号
 (72) 発明者 河合 滋
 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株
 式会社内
 (74) 代理人 弁理士 後藤 存介 (外2名)

(54) 【発明の名称】 3次元物体形状計測装置

(57) 【要約】

【課題】 構成が簡易で、安全面を考慮に入れた3次元物体形状計測装置を提供する。

【解決手段】 光源1から出射された光ビームは、コリメーティングレンズ2でコリメートされた後、2次元スキャナ3によって2次元的に走査され、 $f \cdot \theta$ レンズ4によって物体5上に縞模様を描画する。物体5面上にできた縞模様は、TVカメラ10によって観測され、画像処理装置11に転送される。画像処理装置11には、それぞれの縞模様に対応する基準の縞状パターンが入力されており、物体面で変形した縞模様との間のモアレ縞を抽出する。このモアレ縞を演算制御装置9によって解析することによって、物体5の表面の等高線を求めることができる。方向とピッチの異なる縞模様を少なくとも2回、物体に描画することによって、階段状の物体や任意の大きさの物体の3次元形状を容易に計測する。



(2)

特開平10-197225

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源と、前記光源から出射した光ビームを2次元的に走査する走査手段と、前記走査手段によって走査された光を集光するためのビーム集光手段と、物体を撮像するための撮像手段と、前記撮像手段によって撮像された画像を格納するための画像メモリを含み、画像間の処理を行う画像処理手段と、を有することを特徴とする3次元物体形状計測装置。

【請求項2】 前記走査手段がガルバノミラーである、請求項1に記載の3次元物体形状計測装置。

【請求項3】 前記光源から出射される光の波長が、 $1.55\mu\text{m} \pm 0.1\mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項1に記載の3次元物体形状計測装置。

【請求項4】 前記ビーム集光手段が、焦点距離可変のレンズから構成されている請求項1に記載の3次元物体形状計測装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は形状計測装置に関する。特に、モアレトポグラフィに代表されるような、縞を利用した3次元物体形状計測装置に関する。

【0002】

【従来の技術】周知のように、モアレトポグラフィとは、物体面上に縞状パターンを投射し、物体の形状により変形した縞模様と基準の縞模様とを重ね合わせ、その差周波数として生じる等高線を表わすモアレ縞を解析することにより、物体の形状を測定する方法である。詳しくは、例えば、雑誌「アプライド・オブティクス (Applied Optics)」、9巻、1970年、1667頁～1472頁に記載の論文「モアレトポグラフィ (Moire Topography)」に述べられている。この方法には、図4および図5に示す2つの型がある。

【0003】1つは、図4に示すように、物体23の直前に置いた格子22を点光源21によって照射する格子照射型である。もう1つは、図5に示すように、格子24の像を物体面上に結像させる格子投影型である。両方法を比較した場合、走査性において、後者の方に柔軟性があり、応用範囲が広い。格子投影型モアレトポグラフィについては、例えば雑誌「アプライド・オブティクス (Applied Optics)」、22巻、1983年、850頁～855頁に記載の論文「自動3次元トポグラフィにおける移動格子法を用いたモアレ投影法 (Projection of Moire with moving grating for automated 3-D topography)」に詳しく述べられている。

【0004】上述した従来の3次元物体形状計測方法では、発生する格子の方向はいつも一定である。ところが、図2に示すような物体23の形状を計測する場合には、物体が階段状になっている場所で、等高線モアレ縞の次数を判断できなくなる。また、投影光学系と撮像系によって、計測できる物体の大きさが決められている。

2

【0005】これを解決するために、特開昭61-260107号公報（以下、先行技術文献と呼ぶ）には、縞状パターンを縞の方向を変えて少なくとも2回被測定物体に投影することにより、階段状の物体においても等高線モアレ縞の次数を判断することを可能とした「3次元計測方法および装置」が開示されている。この先行技術文献では、ホログラフィックレーザスキャナの前置光学系において、走査ビームが物体の面上で走査方向に収束、副走査方向に発散する様に調整すれば、副走査方向のビーム幅より、走査長として決められた長さを一面に走査する。この時に、前置光学内部に光空間変調器を置き、光透過率を0または1にすることにより、縞状のパターンができる。これをスキャナで走査することにより、物体の面に縞模様を発生することができる。前述したように、モアレトポグラフィでは格子を用いて階段状の物体に段差に平行な縞模様を投影すると、段差のある位置で等高線が不連続となり、次数の判定ができなくなる。しかし方向の異なる縞を少なくとも2回物体に投影することにより、次数の判定が常に可能となり、物体の形状を測定できる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上述した先行技術では、光源から出射した光ビームを走査して物体面上に縞模様のパターンを描画するためのスキャナ（走査手段）として、ホログラフィックレーザスキャナを採用している。しかしながら、ホログラフィックレーザスキャナそれ自体は1次元スキャナであるため、物体面に縞模様を発生するためには、ホログラフィックレーザスキャナの前段に1次元光空間変調器を含む前置光学系を設ける必要がある。従って、構成が複雑になるという欠点がある。また、光源として使用する半導体レーザとしては、人間の目に対する安全面を考慮して選択するのが好ましい。

【0007】したがって、本発明の目的は、構成が簡易な3次元物体形状計測装置を提供することにある。

【0008】本発明の他の目的は、安全面を考慮に入れた3次元物体形状計測装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の3次元物体形状計測装置は、光源と、前記光源から出射した光ビームを2次元的に走査する走査手段と、前記走査手段によって走査された光を集光するためのビーム集光手段と、物体を撮像するための撮像手段と、前記撮像手段によって撮像された画像を格納するための画像メモリを含み、画像間の処理を行う画像処理手段と、を有することを特徴とする。

【0010】上記3次元物体形状計測装置において、前記走査手段としては、例えば、ガルバノミラーを使用できる。また、前記光源から出射される光の波長は、 $1.55\mu\text{m} \pm 0.1\mu\text{m}$ であることが好ましい。さらに、

(3)

特開平10-197225

3

前記ビーム集光手段が、焦点距離可変のレンズから構成されていることが望ましい。

【0011】

【作用】ガルバノミラーに代表される2次元スキャナを用いると、光源から出射した光ビームを2次的に、自由に走査することができる。この2次元スキャナを用いて光ビームを走査することによって、物体上に任意のピッチと方向とをもった縞模様のパターンを発生（描画）させることができる。

【0012】モアレトポグラフィ法では、格子22を用いて、階段状の物体に図2に示すような方向の縞模様30を投影すると、段差のある位置で等高線が不連続となり、次数の判定ができなくなる。この際、図3に示すように、段差に平行でない縞31を描画すると、等高線が連続になるため、次数の判定が可能になる。また、描画した縞模様のピッチによって、等高線の間隔が決まる。大きな物体には荒い縞を、小さい物体や複雑な形状をもつ物体には、細かい縞を描画することが望ましい。測定前の段階では、段差の有無、段差の方向、物体の大きさなどが不明である。しかしながら、方向の異なる比較的荒い縞を、少なくとも2回物体に描画することにより、それぞれの測定で等高線が不連続となる段差は、他の方向の測定で段差にならない。また、物体の大きさや、複雑な構造の有無を知ることでもある。この情報を元に、縞模様のピッチや方向を変化させ、物体の詳細な形状を測定することが可能である。

【0013】初めに行なう2回の測定では、第1回目の測定において、例えば図2の方向の縞を物体に描画し、第2回目の測定において、例えば図3のように、第1回目の測定の縞の方向から90°異なる方向の縞を物体に描画することで、一方の測定で不足している情報を、他方で補うことができる。物体上で変形した縞模様は、画像メモリ内部の計算機によって作製された仮想の縞模様と重ね合わせ、画像演算によってノイズのないモアレ縞を発生させることができる。このモアレ縞を解析して、物体の形状を認識することができる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。図1に本発明の一実施の形態による3次元物体形状測定装置の構成を示す。図示の3次元物体形状測定装置は、光源1と、コリメーティングレンズ2と、2次元スキャナ3と、 $f \cdot \theta$ レンズ4と、光源駆動装置6と、スキャナ制御装置7と、焦点距離制御装置8と、演算制御装置9と、TVカメラ10と、画像処理装置11とを有する。

【0015】光源1は人間の目に対して安全な1.55 μ m帯の波長の光を発振する半導体レーザからなる。コリメーティングレンズ2は光源1から出射された光ビームをコリメートする。2次元スキャナ3は例えばガルバノミラーからなり、コリメーティングレンズ2でコリメ

4

ートされた光を2次的に走査する。 $f \cdot \theta$ レンズ4は焦点距離を変化させることができるレンズであって、2次元スキャナ3で走査された光を集光して、物体5上に縞模様を描画する。光源駆動装置6は光源1を駆動し、スキャナ制御装置7は2次元スキャナ3を制御し、焦点距離制御装置8は $f \cdot \theta$ レンズ4の焦点距離を変化させる。これら光源駆動装置6、スキャナ制御装置7および焦点距離制御装置8はGPIB (general purpose interface bus) インタフェイスを有するファンクションジェネレータなどで構成できる。すなわち、光源駆動装置6は光源1に印加する電圧によって電源1のオン・オフを制御し、スキャナ制御装置7は2次元スキャナ3に印加する電圧によって2次元スキャナ3を制御し、焦点距離制御装置8は $f \cdot \theta$ レンズ4に印加する電圧によって焦点距離を可変する。演算制御装置9はたとえばパーソナルコンピュータで構成され、光源駆動装置6、スキャナ制御装置7および焦点距離制御装置8を制御する。TVカメラ10は物体5上にできた縞模様のパターンを撮像する。画像処理装置11はGPIBなどのインタフェイス（図示せず）とTVカメラ10によって撮像された画像を格納するための画像メモリ（図示せず）とを有し、画像間の積算、加減算の機能をもつ。

【0016】次に、図1に示した3次元物体形状測定装置の動作について説明する。光源1から出射された光は、コリメーティングレンズ2でコリメートされた後、2次元スキャナ3によって2次的に走査され、 $f \cdot \theta$ レンズ4によって物体5上に縞模様のパターンを描画する。物体5の面上にできた縞模様のパターンは、TVカメラ10によって観測され、画像処理装置11に転送される。画像処理装置11には、あらかじめ演算制御装置9により、それぞれの縞模様に対応する基準の縞状パターンが入力されており、物体面で変形した縞模様との間のモアレ縞を抽出する。このモアレ縞を演算制御装置9によって解析することによって、物体5の表面の等高線を求めることができる。

【0017】本発明は上述した実施形態に限定せず、本発明の趣旨を逸脱しない範囲内で種々の変更・変形が可能である。

【0018】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、光源から出射した光ビームを走査する走査手段として、例えばガルバノミラーからなる2次元スキャナを用いているので、光ビームを2次的に自由に走査することができる。すなわち、2次元スキャナを用いて光ビームを走査することによって、物体上に任意のピッチと方向とをもった縞模様のパターンを発生（描画）させることができる。また、走査手段が2次元スキャナなので、1次元スキャナよりも構成が簡易となる。さらに、方向とピッチの異なる縞模様のパターンを少なくとも2回、物体上に描画すれば、階段状の物体や大きさを予測できなかった物

(4)

特開平10-197225

5

6

体においても、容易に3次元形状を計測することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態に係わる3次元物体形状計測装置の構成を示すブロック図である。

【図2】階段状物体における計測の不可能な格子の方向例を示す図である。

【図3】階段状物体における計測の可能な格子の方向例を示す図である。

【図4】従来の格子照射型モアレポグラフィを示す図である。

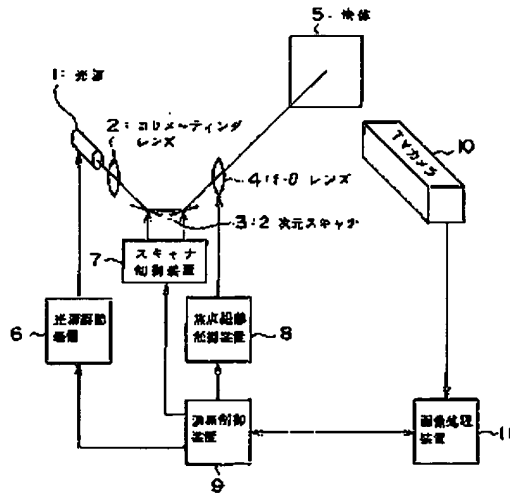
【図5】従来の格子投影型モアレポグラフィを示す図である。

* 【符号の説明】

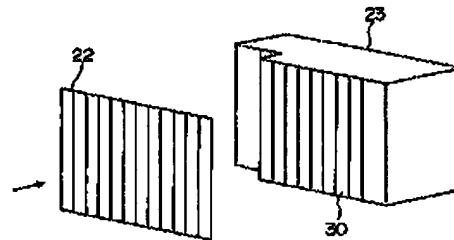
- | | |
|----|----------------------|
| 1 | 光源 |
| 2 | コリメーティングレンズ |
| 3 | 2次元スキャナ |
| 4 | $f \cdot \theta$ レンズ |
| 5 | 物体 |
| 6 | 光源駆動装置 |
| 7 | スキャナ制御装置 |
| 8 | 焦点距離制御装置 |
| 9 | 演算制御装置 |
| 10 | TVカメラ |
| 11 | 画像処理装置 |

*

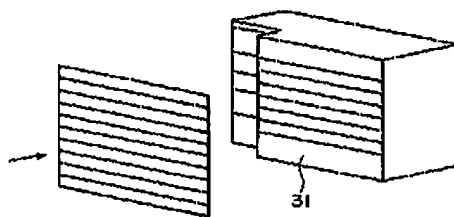
【図1】



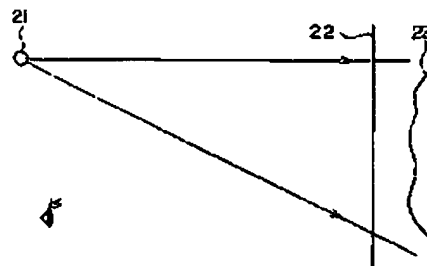
【図2】



【図3】



【図4】



(5)

特開平10-197225

【図5】

